



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

AUTOMATIZACE VE VÝROBNÍCH PROVOZECH

AUTOMATIZATION IN PRODUCTION WORKINGS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JIŘÍ MERENDA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MAREK ŠTRONER, Ph.D.

BRNO 2009

ABSTRAKT

MERENDA JIŘÍ : Automatizace ve výrobních provozech

Tato práce poskytuje přehled o problematice zabývající se tématem automatizace ve výrobních provozech. Při řešení dané problematiky vycházím z teoretických základů získaných z dostupných literárních zdrojů, věnujících se tomuto problému. Hlavní část této práce dokumentuje automatizaci v konkrétních výrobních provozech, dále pak průmyslové roboty a manipulátory, které jsou v oblasti automatizace velice rozšířené a používané. Jsou zde objasněny i důvody automatizace a její historie.

Klíčová slova:

Automatizace, manipulace, výrobní proces, průmyslový robot

ABSTRAKT

MERENDA JIŘÍ : Automation in production workings

The bachelor making overview about problems with automation of manufacturing processes. My work result from theoretical basic comeing from sources dealing with this problems. The main part this work documenting automation in specific manufacturing procesess, well as industrial robots and manipulators, which are in automation very usefull. There is something about automation history of course.

Keywords:

Automation, handling, industrial process, industrial robot

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MERENDA, J. *Automatizace ve výrobních provozech*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 43 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Marek Štroner, Ph.D.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Tímto prohlašuji, že předkládanou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně, s využitím uvedené literatury a podkladů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího bakalářské práce.

V Brně dne 26.5.2009

.....
Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval panu Ing. Marku Štronerovi, Ph.D., vedoucímu mé práce, za cenné připomínky a rady týkající se zpracování bakalářské práce.

OBSAH

Zadání

Abstrakt

Bibliografická citace

Čestné prohlášení

Poděkování

Obsah

1. ÚVOD.....	9
2. HISTORIE AUTOMATIZACE	10
3. AUTOMATIZACE	12
3.1. Zavádění automatizace.....	12
3.2. Definice základních pojmů	13
3.3. Důvody automatizace.....	14
4. ATOMATIZACE VE VÝROBNÍCH PROVOZECH	16
4.1 Prostředky a zařízení hmotného toku.....	17
4.1.1 Transportní zařízení – skluzy, dopravníky a tratě.....	17
4.1.2 Zařízení pro skladování součástí.....	17
4.1.3 Podavače, podávací zařízení	18
4.2 Výrobní systémy, integrované výrobní úseky a linky.....	18
5. AUTOMATIZACE VE TVÁŘECÍCH PROVOZECH.....	20
5.1 Druhy pracovišť ve tvářecích provozech	20
6. AUTOMATIZACE VE OBRÁBĚCÍCH PROVOZECH.....	23
6.1 Automatická výměna nástrojů	24
6.2 Systémová povaha pružné automatizace.....	24
6.3 Prostředky a zařízení hmotného toku v automatizovaných obráběcích výrobních systémech	27
7. AUTOMATIZACE VE SLÉVÁRENSKÝCH PROVOZECH	28
7.1 Jeřáby	28
7.2 Závěsové dopravníky	29
7.3 Mechanizace manipulace s tekutým kovem.....	31
7.4 Podavače materiálů ve slévárenských provozech	32
8. MANIPULAČNÍ SYSTÉMY VE SVAŘOVACÍCH PROVOZECH.....	33
9. AUTOMATIZOVANÁ MONTÁŽ.....	34
10. AUTOMATICKÁ KONTROLA ROZMĚRŮ	35
11. ROBOTY A MANIPULÁTORY	36
11.1 Synchronní manipulátory	38
11.2 Programovatelné manipulátory	39
11.3 Základní typy průmyslových robotů podle spojení kinematických dvojic	40
11.4 Speciální manipulátory	42
12. ZÁVĚR.....	43
Seznam použité literatury	

1) Úvod

Moje práce je rešeršního typu a zabývá se automatizací ve výrobních provozech. Jedná se o problematiku, kdy se automatizuje výroba, jak v oblasti tváření, obrábění, slévárenství, tak v odvětví nekonvenčních technologií.

Automatizace představuje významný prostředek pro zvýšení produktivity, jakosti a konkurenční schopnosti výroby a služeb. Neustále se vyvíjí, zdokonaluje a přizpůsobuje novým trendům výroby za účelem dosažení hospodárnosti a efektivity výroby.

Automatizace se v dnešní době prolíná do všech pracovních a životních oblastí, ale v oblasti výroby zaujala nejvýznamnější postavení. Pro dnešní dobu je automatizace nepostradatelnou součástí našeho života i když si to sám člověk nemusí uvědomit. Patří sem např. automatická pračka nebo myčka na nádobí, kterou vlastní snad každá domácnost z důvodů úspory času, práce nebo peněz vynaložených za vodu.

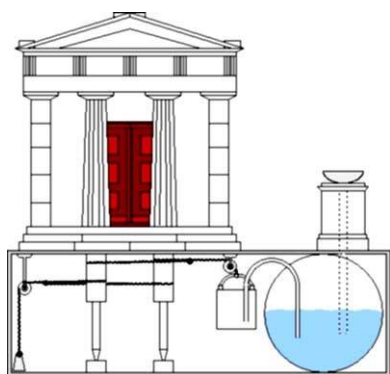
Při automatizaci výrobních procesů dochází k zjednodušení práce, zefektivnění výroby a dosažení značných ekonomicko-provozních úspor, ale nemůžeme opomenout, že tohle vše se děje na úkor vyšší nezaměstnanosti, protože čím více práce zastávají za lidi stroje, tím více jich přichází o práci.

Práce je rešeršního typu. Z důvodu rozsahu zadané práce jsem po konzultaci s vedoucím bakalářské práce rozhodli vynechat dílčí elementární prostředky automatizace.

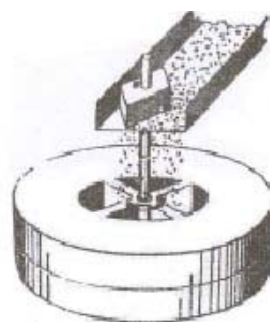
2) Historie automatizace [4]

Starověk

Už ve starověku se objevili první známky automatizace. Konkrétně před 200 lety př.n.l. v Alexandrii, kdy se automaticky otevíraly a zavíraly velké a těžké chrámové dveře (viz obr.1). Důmyslně využívali páry a teplého vzduchu, kdy silně hořící posvátný oheň na začátku obřadu ohříval vzduch, který se rozpínal a vytlačoval vodu z bány do velkého okovu podobný vědru. Váha okovu posléze převážila váhu protizávaží, takže klesající okov přes systém řetězů a kladek samočinně otevřel chrámová vrata. Po obřadu, když oheň vyhasl a ochlazený vzduch pod tlakem vysál vodu z vědra do bány, síla protizávaží uzavřela chrámová vrata.

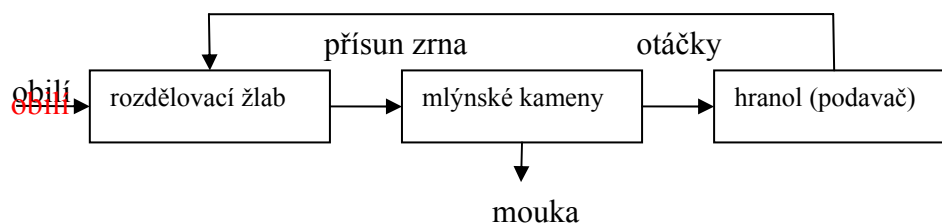


Obr. 1) Automatické otevírání chrámových dveří [4]



Obr. 2) Schéma funkce zachycující princip činnosti [4]

Dalším z mnoha příkladů je například regulátor přísunu zrna ve starověkých mlýnech, kterému se říkalo samotras (viz obr.2 a obr.3). K hřídeli mlýnského kamene se připevnila objímka tak, že se při otáčení dotýkala svým okrajem dřevěného žlabu, po němž padalo zrna na mlýnské kameny. Čím rychleji se hřídel otáčel, tím častěji objímka narážela na žlab, otřásla jím a tím více zrna z něho spadlo mezi mlýnské kameny a naopak.



Obr. 3) Regulátor přísunu zrna ve starověkých mlýnech [4]

Středověk

V této době byly velice populární mechanické hračky, jako například zvonkohry, nejpozoruhodnější mechanické figurky, hodinové stroje, orloje. Tvůrci těchto mechanismů byli převážně zruční hodináři. Světově známou a dochovanou mechanickou figurínou je chlapec-písař od Švýcarských hodinářů Piere a Henri Jacquet-Droz. U nás je velice známý Staroměstský orloj (viz obr.4) v Praze od mistra Jana Hanuše nebo zvonkohra v Loretě na Hradčanech od mistra Neumana z roku 1695.

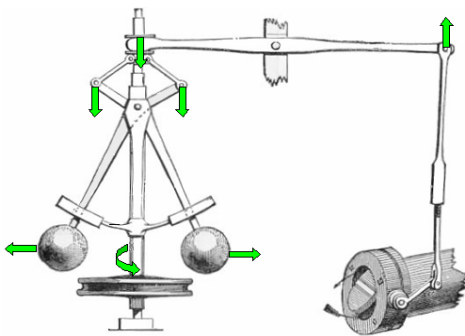


Obr. 4) Staroměstský orloj v Praze [16]

Hlavní stroj je nejstarší částí orloje a uvádí v pohyb ručičky na ciferníku a v příslušné době odemyká všechny tři ostatní stroje. Ty pak vykonají svou práci a opět se uzamknou. Zvonící stroj má za úkol upozornit zvoněním na odbíjení hodin, které pak provede bicí stroj, také zvoní čtvrt a půl hodiny. Kalendářní stroj je vypouštěn hlavním strojem o půlnoci jednou za 24 hodin a posune kalendářní desku o jeden den. [16]

Novověk

Dochází k nástupu automatů, které měli za cíl zvýšit produktivitu lidské práce. Wattův odstředivý regulátor (obr.5) je názorný příklad, jak automatizace pomohla zásadním způsobem zvýšit možnosti parního stroje. Wattův odstředivý regulátor se používá ke stabilizaci otáček parního stroje. Byl zaveden v roce 1782 Jamesem Watterem. Skládá se ze dvou závaží, která rotují a jsou poháněna strojem, jehož otáčky mají být regulovány. Čím rychleji tato závaží rotují, tím větší je vlivem odstředivé síly jejich výchylka od svislé osy rotace. Uvedené vychýlení je převedeno na svislý pohyb nad jejich ukotvením, který je dále pákou a táhlem převeden k ventilu přivádějícímu páru ke stroji. Je tak realizována mechanická záporná zpětná vazba, která dovoluje působením poměrně malých sil regulovat velmi výkonný stroj. [17]



Obr. 5) Wattův regulátor otáček parního stroje [17]

3) Automatizace

Automatizace = označuje použití řídicích systémů (např. regulátorů, počítačů) k řízení průmyslových zařízení a procesů. Z pohledu industrializace jde o krok následující po mechanizaci. Zatímco mechanizace poskytuje lidem k práci zařízení, které jim usnadňuje práci, automatizace snižuje potřebu přítomnosti člověka při vykonávání určité činnosti. [19]

Základní prostředky automatizace:

- zařízení a prostředky hmotného toku,
- zařízení a prostředky informačního toku,
- zařízení a prostředky energetického toku,
- řídicí systémy,
- ostatní pomocné automatizační prvky,
- pomocné mechanizačně-automatizační zařízení a prostředky (MAZ),
- vlastní výrobní stroje a zařízení s různou úrovní automatizace.

Automatizace výrobních procesů = předmětem tohoto druhu automatizace jsou hlavní a obslužné procesy v různých druzích výroby. Například automatizace v dolech, hutích válcovnách, slévárnách, strojírenských a elektrotechnických provozech., na letištích, ve stavebnictví apod. Typickými produkty výrobní automatizace jsou: [15]

- automatizované linky,
- pružné výrobní systémy (FMS – Flexible Manufacturing System),
- bezobslužné výrobní stroje (Pružné výrobní buňky),
- výrobní robotizovaná pracoviště,
- systémy CIM (Computer Integrated Manufacturing).

Z technického hlediska automatizace vyžaduje zvládnutí nového druhu údržby, přizpůsobení technologie pro přechod na plynulou výrobu, přizpůsobení technologického zařízení, řešení problému rentability. Zároveň automatizace vyžaduje zvýšení úrovně a vzdělanosti pracujících. [9]

Automatizace představuje nevyšší stupeň ve vývoji techniky.

1. stupeň - instrumentace (pracovní proces vybavován ručními nástroji),
2. stupeň - mechanizace (fyzická lidská práce nahrazována činností strojů),
3. stupeň – automatizace (fyzická i duševní práce nahrazována činností strojů)

3.1) Zavádění automatizace [1]

Při zavádění automatizace do výrobního procesu se může jednat o velkou finanční investici. Velikost investice je však závislá na stupni automatizace. Je pak pro každý podnik prvořadé si uvědomit, zda to bude pro něj z ekonomického hlediska do budoucna prospěšné či nikoliv. Z tohoto důvodu je důležité postupovat podle uvedených bodů.

Při zavádění automatizace do výrobního procesu je nutno splnit následující předpoklady:

- vysoká úroveň mechanizace,
- dokonalé poznání výrobního procesu,
- dokonalá měřicí technika, vhodná pro automatizační provoz,
- dostupnost automatizačních prostředků s vyhovující přesností spolehlivosti.

Při tvorbě automatizovaného výrobního procesu je třeba postupovat v následujících krocích.

- volba výrobního způsobu,
- volba výrobního postupu,
- volba výrobních prostředků,
- způsob a automatizace toku materiálu (výrobku),
- způsob a automatizace toku nástrojů,
- způsob řízení výrobního procesu.

Míra dosaženého stupně automatizace není jednotně definovaná a může na ní být pohlíženo z různých rozlišovacích úrovní. Např. mírou stupně automatizace daného výrobního procesu může být způsob řízení a zpracování informací uvnitř daného výrobního procesu, o čemž napovídá druh nosiče informací.

- pevné paměti (vačky, šablony, vačkové bubny, vzorové kusy),
- pružné paměti (stavitelné narážkové systémy, děrné pásy, magnetické pásy nebo disky apod...).

Z ekonomického hlediska je pro hromadnou výrobu vhodnější volit pevné paměti a pro sériovou a kusovou výrobu je naopak vhodnější volit paměti pružné.

3.2) Definice základních pojmů [4]

Slovo automat je z řeckého původu [autómatos] = sám o sobě jednající

Automat = zařízení, které vykonává samo předem stanovené úkony.

Stroj = mechanické zařízení vyrobené člověkem, jímž se nahrazuje, zrychluje, usnadňuje a zpřesňuje lidská práce.

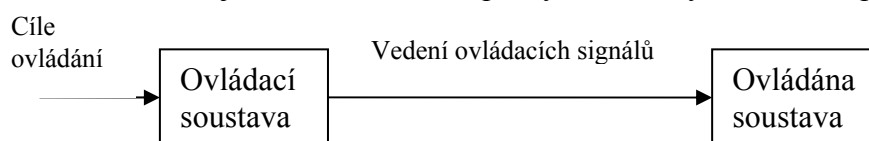
Mechanizace = proces kdy se využívá strojů k odstranění nebezpečné, namáhavé a opakující se fyzické práce člověka.

Komplexní automatizace = plně mechanizovaný proces, který je zcela automaticky řízen člověkem přebírá funkce strategického řízení.

Částečná automatizace = automatizace, kdy jsou automatizovány jen vybrané procesy a funkce, přičemž ostatní části procesu zůstávají neautomatizovány.

Stupně automatizace = automatické ovládání (první, nejjednodušší stupeň), automatická regulace (2.stupeň) a automatické řízení (3. stupeň).

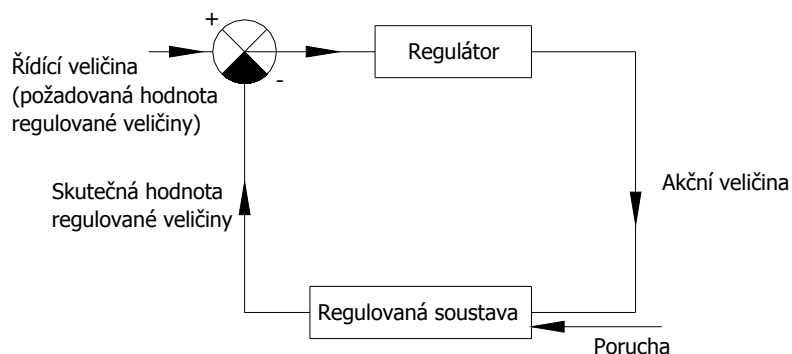
Automatické ovládání = je charakterizováno přímým otevřeným řetězcem podle obr.6.



Obr. 6) Schéma automatického ovládání

Soustava zajišťující ovládaní nemá zprávy o skutečných následcích svého působení. Proto lze ovládaní použít tam, kde na ovládanou soustavu nepůsobí žádné takové vlivy, které by rušily nebo znemožňovaly jednoznačné působení ovládací soustavy na ovládanou soustavu.

Automatická regulace = je charakterizována uzavřeným řetězcem se zpětnou vazbou. Automatickou regulací rozumíme samočinné udržování regulované veličiny podle daných podmínek a hodnot zjištěných měření. Princip automatické regulace je zobrazen na obrázku.



Obr. 7) Schéma automatické regulace

Zpětná vazba = zajišťuje informaci o skutečném chování regulované soustavy resp. veličiny. Aby se případná odchylka způsobená poruchou odstranila, musí se jednat o tzv. zápornou zpětnou vazbu, která působí proti smyslu odchylky skutečné hodnoty regulované veličiny od požadované hodnoty regulované veličiny.

3.3) Důvody automatizace [4]

Účelem automatizace je úplné nebo částečné odstranění člověka z procesů, které chceme automatizovat. Důvody proč toho chceme dosáhnout jsou tyto:

Vynucená automatizace

Jedná se o případy, kdy je náhrada vynucená určitými okolnostmi.

- Bezprostřední přítomnost pro pracovníka představuje nebezpečí (např. práce za extrémně vysokých teplot, práce spojené s nebezpečím výbuchu, manipulace s vysoce radioaktivním materiálem),
- Jeho činnost je příčinou chyb, které vedou k velkým ztrátám, jak finančních, časových tak někdy dokonce i smrtelným (např. automatická navigace letadel v mlze při přistávacích manévrech apod.),
- Jeho přímá účast mu způsobuje zdravotní potíže (např. práce v chemických provozovnách, cementárnách apod.),
- Když není schopen vykonávat potřebnou činnost z hlediska rychlosti, přesnosti, rozsahu nebo jiných příčin (např. řízení průběhu řetězové reakce v jaderném reaktoru, řízení raket, parních a spalovacích turbín apod.),

- Když automatické řízení vykoná požadované úkony s vyšší jakostí než člověk (např. robot vede stříkací pistoli rovnoměrnou rychlostí po složité dráze v prostoru tak dobře, že se na povrchu karosérie vytvoří kvalitní stejnoměrná vrstva laku,
- Není možná přítomnost lidské obsluhy (např. kosmické sondy, automatické signalizační bóje v moři nebo stimulátory srdce apod.),
- Když si nemůžeme dovolit vázat tolik lidské práce (např. automatické vydávání jízenek, automaty na vydávání nápojů a potravin apod.)

Skupina důvodů založena na ekonomických hlediscích tržního hospodářství

- Automatizované zařízení představuje snížení výrobních nákladů ve srovnání s neautomatizovanou výrobou,
- Použití automatizačního zařízení doprovází snížení režijních nákladů,
- Použití automatického zařízení umožňuje zvýšení produktivity práce a objemu výroby,
- Použití automatizace dovoluje zkrácení průběžné doby vývoje a výroby,
- Použití automatizace umožňuje pružně reagovat na individuální přání zákazníka,
- Automatizační zařízení použité ve výrobku mu dodává užitečné funkční vlastnosti,
- Automatizace získává firmě určitou konkurenční výhodu,
- Automatizace umožňuje realizovat firmě nadstandardní jakost

4) Automatizace ve výrobních provozech [10]

Rozvoj automatizace výrobních procesů není závislý jen na možnostech příslušných technických prostředků a bude ovlivňován i vývojem vlastních technologií. Vývoj realizace technologií v nejbližších letech lze očekávat ve směru pružných systémů tvořených multifunkčními výrobními stroji a roboty.

Automatický provoz výrobních strojů, zařízení, systémů si nelze představit bez automatické manipulace, která automatickou činnost technologických prostředků ve většině případů přímo podmiňuje. Symbolem automatizace výrobních procesů se postupně stal průmyslový robot.

Automatizované výrobní systémy [10]

Strukturu elementárního technologického pracoviště tvoří technologický prostředek pro realizaci jedné technologie, vstupní a výstupní zásobník objektů zpracování, manipulátor objektů, zásobník nástrojů a manipulátor nástrojů. Varianty struktury pracoviště, vycházejí z různého stupně integrace konstrukce uvedených dílčích funkčních částí. Spojením struktur elementárních technologických pracovišť prostřednictvím automatických transportních nebo manipulačních prostředků vzniká automatický výrobní systém.

Významným projevem vývoje automatických technologických pracovišť i systémů je trend minimalizace rozsahu manipulačních a transportních operací. Významný vliv v tomto směru má vývoj nových koncepcí strojů, vývoj nových výkonných nástrojů.

Charakteristickým rozvojovým rysem struktur výrobních systémů se stává sdružování technologií v podobě automatických multitechnologických strojů a zařízení, linek „bez manipulace“. Středem pozornosti jsou tzv. multitechnologické pružné automatizované výrobní systémy. V současné době přichází v rámci struktury takového systému v úvahu integrace např. těchto technologií:

- přesná výroba polotovarů plus tepelné zpracování plus dokončovací obrábění,
- přesné plošné tváření plus svařování plus povrchová úprava,
- přesné odlévání (tlakové) plus dokončovací obrábění,
- objemové tváření plus spékání plus dokončovací operace,
- přesné plošné tváření plus obrábění.

Podstatný vliv na rozsah uplatnění jednotlivých technologií v budoucnosti má využití materiálu a spotřeba energie. Roboty se postupně staly rovnocennými partnery výrobních strojů, přičemž ve velkém rozsahu přebírají i množství jejich funkcí. Nejrozšířenější aplikací robotů v automatizované výrobě zůstává obloukové a bodové svařování a povrchové úpravy.

Silně se prosazují aplikace robotů v automatizaci montáže. Zatím se používají dva základní způsoby automatizace montážních prací. V prvním případě jde o tzv. soustředěnou montáž, kde všechny operace vykonává robot na jednom pracovišti. V druhém případě jsou elementární montážní operace realizovány na oddělených pracovních pozicích a jsou uskutečňovány v kombinaci účasti robotů a jednoduchých montážních manipulátorů, rozmístěných kolem otočného stolu nebo transferového dopravníku.

4.1) Prostředky a zařízení hmotného toku [2]

Prostředky a zařízení hmotného toku slouží v oblasti automatizace k přemísťování, transportu, posuvům, otáčení, zvedání a dalším manipulačním úkonům, konaným s polotovary i hotovými výrobky, jakož i s nástroji a výrobními pomůckami. Podle délky manipulačních drah a místa prováděné manipulace se úkony dělí na:

- transport, dopravu a mezioperační manipulaci (uskutečňuje se mezi jednotlivými technologickými pracovišti),
- operační manipulaci (uskutečňuje se na konkrétním technologickém pracovišti).

Výrobní proces je ve své podstatě realizací hmotného toku materiálu a výrobních pomůcek ve výrobním systému. Tvar materiálu má vliv na uspořádání, druh manipulačního zařízení a na konstrukční řešení manipulačních mechanismů.

4.1.1) Transportní zařízení – skluzy, dopravníky a tratě [2]

Skluzy jsou zařízení, po kterých se součásti smýkají. Je-li pro vyvolání pohybu využito gravitace, mluvíme o skluzech nebo valivých tratích, je-li součást tažena nebo posouvaná řetězem, mluvíme o dopravnících s vlečným řetězem s unášecí. Skluzy mohou být využívány také jako zásobníky.

Dopravníky

- **S vlečným řetězem** - pro zcela přesné časování dopravy nebo když nelze využít skluzu. Součást posouvaná pomocí unášecí, taženého řetězem.
- **Vibrační** - jedná se o kombinaci vodorovného nebo mírně skloněného žlabu s poháněcím ustrojem. Vhodné k dopravě horkých materiálů
- **Pásové** - v automatizované výrobě není plně využitelný
- **Článekové** – skládá se taženého prostředku, na kterém jsou připevněny nosné elementy (desky z oceli, hliníku nebo plastických hmot). Využití například při mezioperační manipulaci v kovárnách.
- **Okružní** - využití u technologie tváření, povrchových úprav a montáže. Umožňuje přímé zavěšení nebo umístění součásti v podvěsných konstrukcích, které jsou taženy ve vodící dráze.
- **Válečkové a kladičkové tratě** – využívá se otočných válečků nebo kladiček, po kterých se přesouvá součást. Pro součásti s alespoň jednou stranou rovnou a dostatečně tuhou. Nehodí se pro přepravu drobných, kulatých a válečkových součástí. U těchto typu je možnost automatické nakládky a vykládky přesouvané součásti.

4.1.2) Zařízení pro skladování součástí [2]

Tyto zařízení se používají když:

- součást musí být na začátku automatizovaného úseku v pohotovosti jako výrobní dávka,
- vyrobené součásti musí být shromážděny na konci automatizovaného úseku,
- součásti musí být shromažďovány mezi dvěma automaticky poháněnými stanicemi,
- mezi stroji s velmi rozdílnou výkonností.

Násypky jsou zařízení, v nichž jsou shromažďovány součásti v libovolné poloze, neuspořádaně, bez směrové orientace.

Zásobníky jsou zařízení, v nichž jsou shromažďovány součásti a jsou v něm prostorově orientovány.

4.1.3) Podavače, podávací zařízení [2]

Podávací zařízení slouží k podávání polotovaru do pracovního stroje, k řízení automatické výměny nástroje.

Rozdělení podle určení a konstrukce:

- **podávací zařízení kontinuální** – pro zpracování materiálu ve tvaru tyčí, pásů, svitků, apod...,
- **manipulační zařízení se zásobníkem** – slouží k manipulaci a vložení polotovaru nebo součásti do pracovního prostoru stroje. Pro těžké dílce a složitých geometrických tvarů. (manipulace s výkovky u kovacích lisů a bucharů, ve slévárnách),
- **podávací zařízení se zásobníkem** – součásti jsou uloženy v zásobníku, který může plnit i dopravní funkci s požadovanou prostorovou orientací,
- **podávací zařízení s násypkou** – představuje plně automatizované podávání drobných součástí, volně uložených do násypky. Převážně u montážních automatů, obráběcích strojů,
- **průmyslové roboty a manipulátory,**
- **speciální manipulační zařízení** – závislé na typu stroje nebo na výrobním systému (zařízení automatické výměny nástroje).

4.2) Výrobní systémy, integrované výrobní úseky a linky [2]

Seskupení výrobních strojů do automatizovaného toku materiálu a informací a k řízení tohoto komplexu počítači. Tento přístup vede k seskupení výrobních komplexů do větších celků – tedy k integraci, čímž vzniká tzv. **integrované výrobní úseky**. Tyto úseky zahrnují také činitele, s danou výrobou související jako konstrukci, technologii, mezioperační a výstupní kontroly, montáž a balení.

Integrované výrobní okruhy se dělí do dvou skupin:

- 1) Specializované – výroba součástí omezeného okruhu. Pro výrobu malosériovou až středně sériovou.
- 2) Univerzální – k výrobě velmi širokého sortimentu součástí určitého druhu a třídy v omezeném rozsahu velikostí. Pro výrobu malosériovou až kusovou.

Pružné výrobní systémy

Pružný výrobní systém (PVS) vzniká spojením elementárních automatických pracovišť a může tak obsahovat např. obrábění, tváření, montáž atd., propojené prostřednictvím automatických transportních a dopravních prostředků. Využití najde u středně sériové výroby, která umožňuje vysokou výkonnost a pružnost těchto zařízení.

Podle studie OSN – EHK (1986) je pružný výrobní systém definován jako „integrovaný, počítačem řízený komplex CNC strojů, automatizovaných manipulačních zařízení pro materiál a nástroj a automatizovaných měřicích a zkušebních zařízení, který s minimem ručních zásahů a s minimálním časem na přestavění je schopný vyrobit každou součástku, patřící do určité specifikované skupiny součástek a to v rámci svých výrobních kapacit a předem určeného plánu“.

Výhodou je že jsou efektivnější než jednotlivě nasazované stroje, ale nevýhodou jsou velké investiční náklady. Převažují však výhody nad nevýhodami.

Základními strukturálními prvky pružného výrobního systému jsou:

- pracovní stanice,
- meziperační manipulační systémy,
- systémy operační manipulace,
- součásti a nástroje,
- snímací a blokovací prvky,
- třídící systémy a podsystémy,
- prostředky pro komunikaci.

Znaky pružného výrobního systému:

- vzájemně se doplňující nebo nahrazující se stroje,
- značná různorodost výrobků,
- propojení strojů je provedeno pomocí zásobníků, umožňujících, volitelnost přiváděných polotovarů či výrobků,
- úplná integrace toku materiálu, energie a informací.

5) Automatizace ve tvářecích procesech [2]

Automatizace technologie tváření spočívá především v automatizaci manipulace s materiálem (vkládání polotovarů, vyjímání výlisků) a zatím v menší míře v automatické manipulaci s nástroji. Vyšší úroveň struktury výrobního systému vzniká spojením dílčích automatizovaných pracovišť automatickými transportními prostředky. [10]

Perspektivní rozvoj strojírenské výroby je zajištění takových výchozích polotovarů, které svým tvarem se co nejvíce přibližují tvaru hotové součásti pro montáž. Jakost polotovaru je určujícím, výchozím činitelem pro výrobní postup a jeho ekonomii. Tvářecí technologie se blíží svou podstatou technologiím nízkoodpadovým až bezodpadovým, mající budoucnost. Tato budoucnost však najde svůj ekonomický výraz pouze v optimálním shromáždění výroby výlisku a výkovku. Jen tehdy je možné minimalizovat náklady na jednotku produkce zahrnující i náklady na stroje, jejichž vysoká spotřeba je jedním z mnoha nedostatků bránících rozšíření technologií tváření.

Základní požadavky pro vývoj mechanizačních a automatizačních prvků:

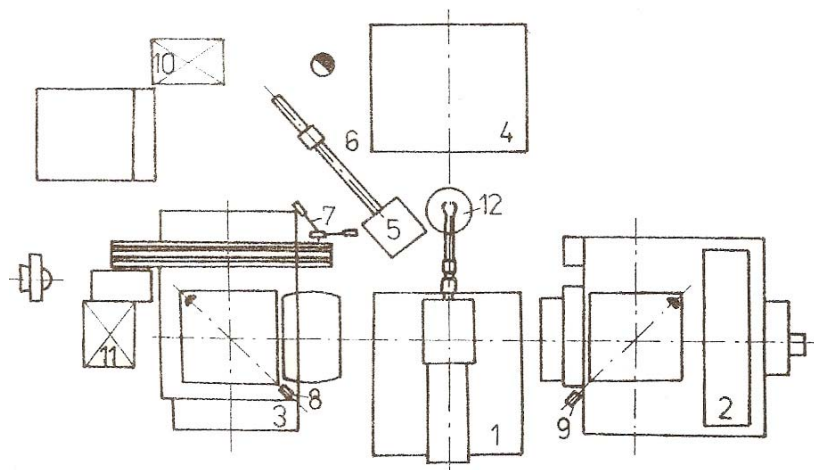
1. vysoká přesnost a rychlost podání,
2. možnost napojení na řídicí systém stroje,
3. možnost napojení řídicího systému mechanizačního zařízení na centrální počítač,
4. možnost elektronické zpětné vazby pro snímání polohy, měření a kontrolu,
5. stavebnicovost umožňující flexibilitu funkce (tzv. modulová koncepce řešení).

Podle funkčního určení lze mechanizační a automatizační zařízení rozdělit na dvě základní skupiny :

1. mechanická mechanizační zařízení (odvíjecí, rovnací, podávací, vyhazovače), které tvoří základ pro sestavování automatizovaných linek,
2. mechanizační zařízení, jehož užití je zpravidla účelové, tzv. že jeho koncepce řešení je závislá na technologii určitého stroje (stříhání, ohýbání, ohraňování).

5.1) Druhy pracovišť ve tvářecích provozech [2]

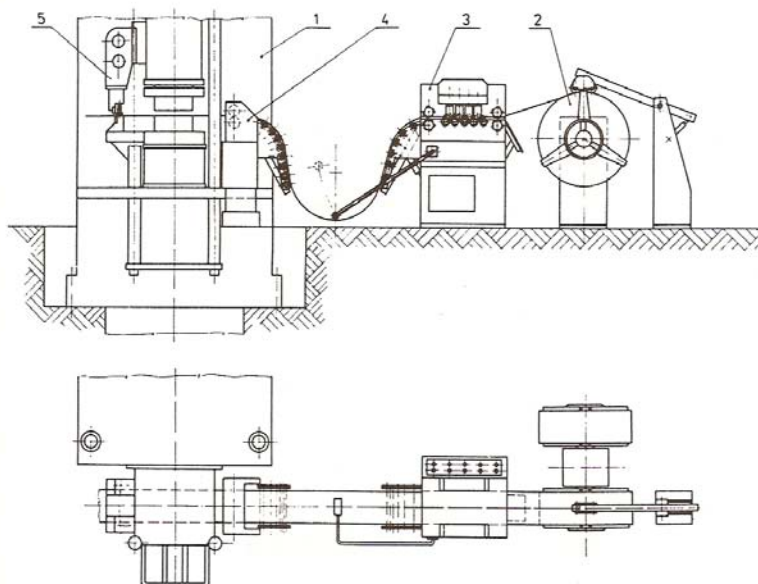
Automatizovaná pracoviště a soubory jsou tvořena tvářecími stroji, určenými původně pro automatický provoz (automaty). Jsou vybaveny mechanizačními a automatizačními prostředky pro plně automatický provoz . Tato skupina je charakterizována pevnou vazbou mezi technologickými operacemi s možností jen malých změn v řízení technologického procesu. Automatizované pracoviště je ekonomicky nejúčinnější v případě, kdy se nám podaří vytvořit ucelený, komplexní systém. To znamená systém, který řeší vlastní technologické operace a je propojený se svými periferiemi (sklad, expedice, navazující technologie) pomocí různých transportních zařízení.



Obr. 8) Automatizované technologické pracoviště objemového tváření pro kování ložiskového kroužku [2]

1) robot PR 16, 2) lis LZK 1000, 3) lis PK ZZW 250 G, 4) ohřev
5) induktor, 6) podavač, 7) bezdotykový snímač, 8) a 9) fotony snímající přítomnost polotovaru v nástroji, 10) paleta s polotovary, 11) paleta s výkovkami, 12) nádoba

Robot je otočený k lisu a čeká na signál od podavače polotovaru, jak signál obdrží otočí se k induktoru a uchopí ohřátý polotovaru. Teplotu polotovaru zajišťuje bezdotykový snímač. Je-li dostatečně ohřátý, přenesení jej k lisu, uloží a dá povel k vykonání operace. Nedostatečně ohřátý polotovaru odkládá do nádoby.



Obr. 9) Pracoviště s automatem TP 630/9/400 na zpracování pásu ve svítcích [8]

1) postupový automat 16, 2) odvíječka, 3) rovnačka, 4) podavač
5) šrotovací nůžky

Svitky plechů jsou manipulačním prostředkem (jeřáb, vysoko zdvižný vozík) založeny na odvíjecí zařízení. Odtud je pás veden přes rovnačku do podavače, který zajišťuje podávání materiálu v taktu automatu do pracovního prostoru střížného beranu. Po provedení vystřížení přístřihu (1. operace) propadá tento do roviny transferového podavače, který jej přenáší mezi osmi lisovacími polohami, kde dochází k jeho postupnému lisování. Zbytek pásu je sešrotován ve šrotovacích nůžkách. Hotové výlisky jsou z pracovního prostoru automatu odsouvány žlabem k vstupní kontrole a do palet. [8]

Číslicově řízená pracoviště a soubory jsou vybaveny NC stroji a zařízeními pro automatický provoz. Jsou charakterizovány pružnou vazbou mezi technologickými operacemi s možností snadné volby změn technologického procesu.

Robotizovaná pracoviště a soubory mohou být vybaveny tvářecími stroji různé koncepce (konvečními stroji, automaty nebo NC stroji), uzpůsobenými pro manipulaci pomocí průmyslových robotů a manipulátorů. Na těchto pracovištích se využívá univerzálnosti robotů. Tato vlastnost může šetřit čas z důvodu rychlých pohybů při složitých manipulačních operacích oproti jednoúčelovému manipulátoru.

Robotizované pracoviště výroby plastových dílů (obr. 10) pro automobilový průmysl. Dvojice forem jsou umístěny na točnách, které zajišťují cyklické polohování do míst operace robotu a obsluhy.



Obr. 10) Robotizované pracoviště výroby plastových dílů [18]

6) Automatizace v obráběcích procesech [1]

Automatizace technologie obrábění vychází v nejjednodušší podobě z uplatnění jednoprofesního obráběcího CNC stroje doplněného automatickým manipulátorem pro vkládání polotovarů ze vstupního zásobníku do stroje a předávání obrobených součástí ze stroje do výstupního zásobníku. Vyšší úroveň koncepce obráběcího stroje v současné automatizované výrobě představují tzv. několikaprofesní stroje – obráběcí centra umožňující na jedno upnutí polotovaru realizovat několik technologií obrábění v jednom stroji. Vedle automatické manipulace s polotovary a hotovými obrobky jsou obráběcí centra opatřena automatickou výměnou nástrojů. Při aplikaci obráběcích center se zmenšuje rozsah manipulace s obrobkem a tím se zvyšuje využití stroje až na 70 %. Spojením uvedených struktur elementárních automatických pracovišť prostřednictvím automatických transportních a dopravních prostředků vzniká pružný výrobní systém.

Automatizace kusové a malosériové výroby

Pro kusovou výrobu složitých součástí a výrobu malosériovou jsou vhodné číslicově řízené obráběcí stroje a výrobní systémy.

Číslicově řízené obráběcí stroje, označované jako CNC obráběcí stroje (Computer numerical control). Nejdříve se začaly používat pro obrábění velmi složitých tvarů, jako např. trupů, křídel letadel, ale později se ukázalo že se mohou úspěšně použít u jednodušších operací obrábění např. pravoúhlé frézování, soustružení.

Obráběcí centrum je obráběcí stroj, na kterém lze z velké části a nebo úplně obrobit různé součásti při jednom upnutí. Operace mohou probíhat současně nebo za sebou, kdy nástroje jsou připraveny v zásobníku a samočinně jsou vyměňovány a vkládány do vřetene. Lze také použít automatickou výměnu obrobku.

Pro středně sériovou výrobu

Pro tento typ výroby jsou používány poloautomatické stroje se systémy programovatelného postupového logického řízení s centrálním nositelem informace, tvořeným obvykle křížovým voličem s kolíčkovým zadáváním informace. Pracovní cyklus je automatizován manipulátory a průmyslovými roboty. Patří zde především obráběcí jednotky vybavené zásobníkem nástrojů.

Pro velkosériovou s hromadnou výrobu

Pro tuto oblast jsou používány především stroje a zařízení tzv. „tvrdé automatizace“, které nevyžadují časté seřizování. Zde lze zařadit automatické stroje řízené váčkami, automatické univerzální stroje, účelové stroje a linky programově řízené logickými systémy a pevným algoritmem řízení. Patří sem například:

- jednovřetenové váčkové automaty,
- vícevřetenové soustružnické váčkové automaty,
- jednoúčelové obráběcí stroje,
- automatické strojové linky,
- robotové linky.

6.1) Automatická výměna nástrojů [1]

Slouží k docílení komplexní automatizace a získání plně efektivního a ekonomického řešení, protože dochází ke snižování pracnosti a ke zvyšování produktivity. Automatická výměna nástroje se uskutečňuje pomocí „mechanické ruky“ nebo „revolverových hlav“.



Obr. 11) Automatická výměna nástroje [14]

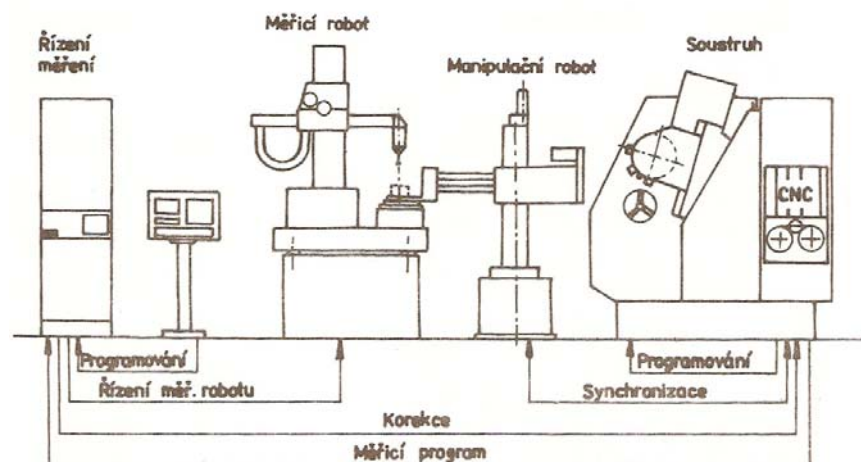
6.2) Systémová povaha pružné automatizace [1]

Nutnost konkurenceschopnosti vede k požadavkům na inovaci, zvyšování kvality a užitných vlastností, zkracování dodacích lhůt a snižování výrobních nákladů výrobků.

Při použití pružné automatizace dochází k snižování průběžných časů výroby na úkor využití výrobních kapacit. Pružnost má za následek menší produktivitu práce oproti pevné automatizaci.

Pružná výrobní buňka:

Seskupení výrobních strojů v modulu s podmínkou technologické vazby mezi hlavními výrobními zařízeními (vícestrojová obsluha). Seskupení více modulů do jednoho celku s integrací funkcí. Toto umožňuje realizaci i komplexnějších technologických postupů.



Obr. 12) Schéma pružné výrobní buňky [1]

Typickým příkladem je seskupení obráběcích center, kde je materiálový tok zabezpečen okružním zásobníkem palet.

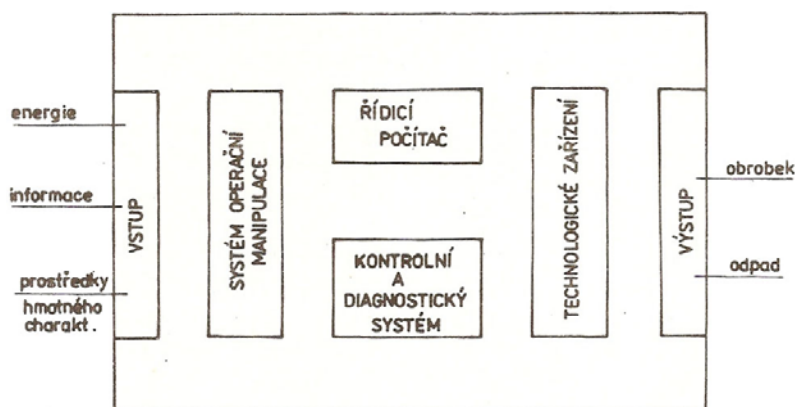
Zvyšování stupně automatizace vzhledem na vztah k obsluze:

1. automatický výrobní cyklus během výrobní dávky pod dohledem operátora,
2. automatický výrobní cyklus včetně změny výrobní dávky pod dohledem operátora,
3. zcela bezobslužný provoz.

Bezobslužný provoz předpokládá, že pružná výrobní linka je vybavena řadou automatických zařízení.

Bezobslužná pracoviště

Charakterizováno jako uzavřený systém, který s okolím spojený pomocí vstupu a výstupu, pracující automaticky bez zásahu člověka. Pracovišti je dodávána energie, informace a prostředky hmotného charakteru. Výstupem systému je obrobek a odpad.



Obr. 13) Schéma bezobslužného pracoviště [1]

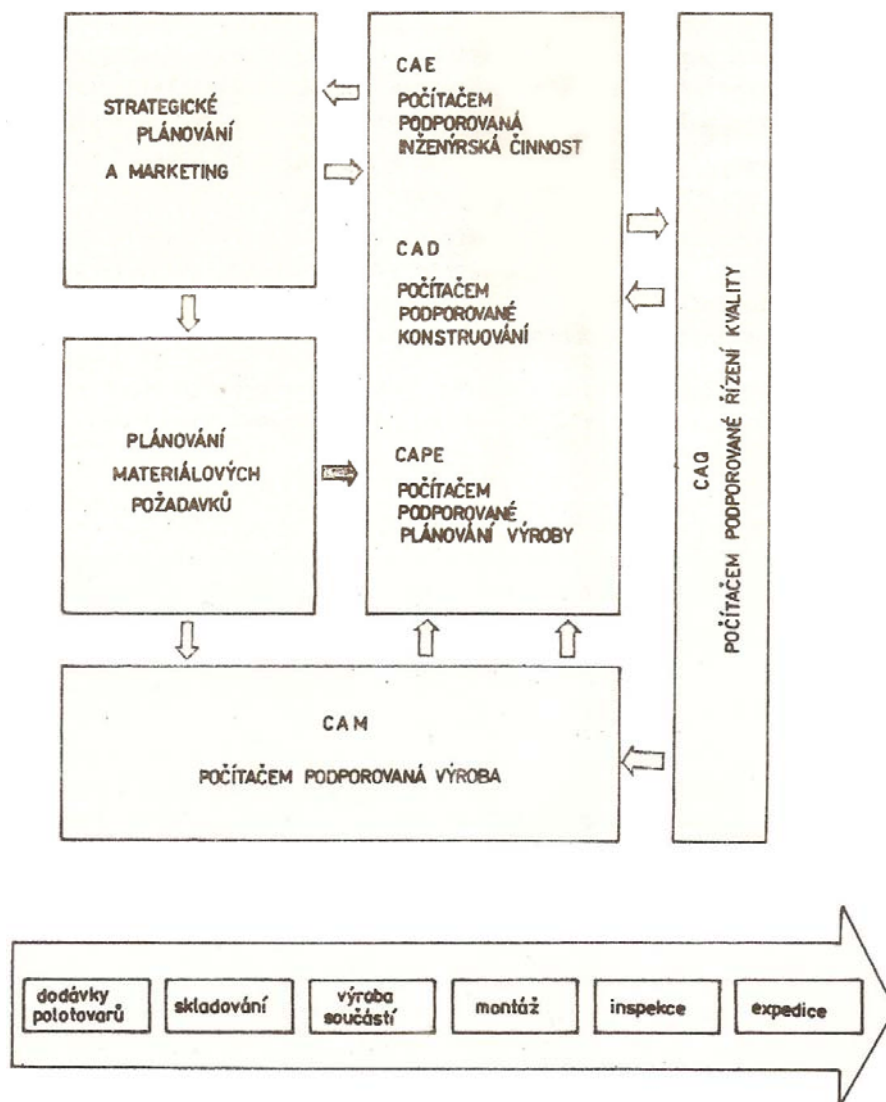
Problematika automatizace ve výrobním procesu se zúžila na aplikaci výpočetní techniky v následujících oblastech:

- číslíkově řízené výrobní stroje,
- automatizace sestavování technologických postupů,
- automatizace logistiky zásob a řízení výroby,
- použití komunikačních zařízení a údajovýchází,
- manipulace s materiálem a jiné.

Pronikání automatizace do výrobních systémů se historicky a věcně odehrává v následujících etapách:

- 1) **Nasazování a provoz sólo automatizovaných strojů, robotů a počítačů** – technika není vzájemně propojena řízením, hmotným a informačním tokem.
- 2) **Vznik ostrůvků automatizace a jejich rozšiřování na komplexní automatizaci** – dochází ke sloučení sólo strojů do výrobních buněk a pružných výrobních systémů. Vznikají systémy, které na principu propojování a počítačové komunikace řídí pod dozorem člověka funkce techniky na úrovni dílenské plochy.

- 3) **Koncept CIM** (počítači integrovaná výroba – Computer integrated manufacturing) – integrace je chápána jako slučování parciálních systému do totálních. Zavedením CIM do výrobních systému je vrcholová etapa automatizace.



Obr. 14) Schéma konceptu CIM [1]

CAD (computer aided design) = systém pro navrhování a konstrukci výrobku,

CAPE (computer aided production engineering) = systém pro tvorbu, údržbu a uchování technologických informací,

CAE (computer aided engineering) = systém, který integruje funkce systému CAD a CAPE a představuje systém počítačové podpory projektování výrobku z hlediska jeho funkce a technologičnosti,

CAM (computer aided manufacturing) = systém pro počítačovou podporu výroby

Robotizované pracoviště

Základní strukturální jednotkou robotizovaných systému je robotizované pracoviště (RTP), které je analogií pružné výrobní buňky. Charakteristickým znakem RTP je, že roboty zabezpečují integraci mezi subsystemy mezioperační dopravy až technologickými zařízeními a vytvářejí jejich automatickou vazbu. Vyšším strukturálním typem robotizovaných systému je robototechnologický komplex (RTK), který je analogií pružných výrobních systémů. RTK je soubor nejméně dvou robotizovaných pracovišť a pracovišť a prostředků automatizované dopravy.

6.3) Prostředky a zařízení hmotného toku v automatizovaných obráběcích výrobních systémech [1]

Začátek dopravního systému je v přípravných a konec ve výstupní kontrole a expedici. Dopravní systém propojuje přípravný s výrobními středisky, v nichž zajišťuje mezioperační pohyb na úroveň vstupů a výstupů technologických pracovišť.

Technické řešení dopravního systému určuje možnosti automatizace výroby:

- 1) **konveční způsob** – dopravní systém rozdělen do samostatných, ručně řízených jednotek (jeřáb, kolejový vozík, ruční vozík),
- 2) **tvrdý způsob** – vhodné pro sériovou výrobu. Časově pevně určený průběh výrobního cyklu, kdy je dopravní systém tvořen ucelenou soustavou na sebe navazujících subsystemů (válečkové a pásové dopravníky, závěsné dráhy),
- 3) **pružný způsob** – vhodné pro malosériovou výrobu. V každém okamžiku výroby podle instrukcí řídicího systému umožňuje změnu. (indukčně řízené vozíky).

Prostředky automatické manipulace sériové a hromadné výroby

Nastávají komplikace z důvodů mnohotvárností polotovarů a obrobků. Pro uspořádání a volbu typu zařízení automatické manipulace je rozhodující tvar obrobků.

Transportní zařízení jsou důležitým spojovacím článkem mezi jednotlivými pracovišti. Doprava je uskutečňována buď nuceným pohybem nebo využitím gravitace.

- **Dopravník**
 - Pásové dopravníky,
 - Čláňkové dopravníky,
 - Okružní dopravníky,
 - Kolébkové dopravníky,
 - Válečkové tratě a vozíkové dopravníky,
 - Doprava ve žlábech,
 - Krokovací dopravníky
- **Zvedáky**
- **Oddělovací a podávací mechanismy**
 - Oddělovací mechanismy,
 - Podávací mechanismy

7) Automatizace ve slévárenských procesech [7]

Výroba odlitků je neodlučitelně spojena s manipulací velkého množství různých materiálů. Pro manipulaci jsou určeny automatizované manipulátory nebo roboty.

Slévárenská výroba je charakterizována:

- velkým přepravním množstvím
- mnoha druhy materiálů

7.1) Jeřáby [7]

Hlavním manipulačním prostředkem sléváren. Nejčastější používané jeřáby:

Jeřáb mostový

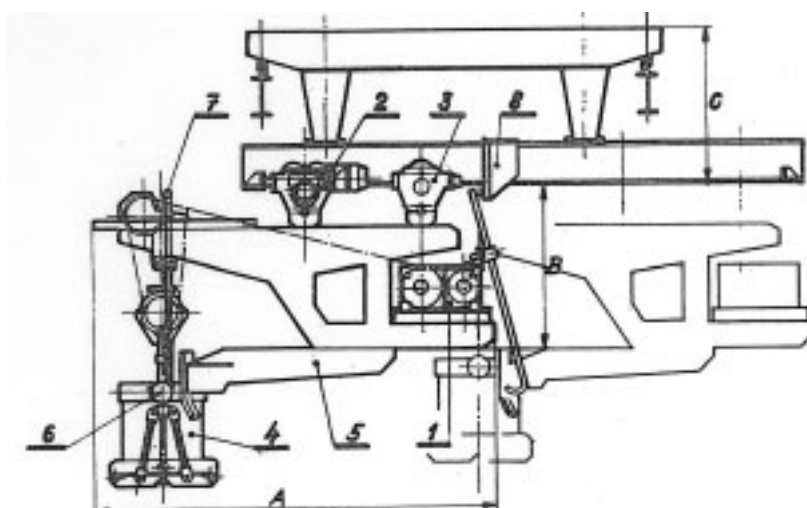
Užití licích mostových jeřábu s nosností 5-50 tun na licím poli slévárny. Rozdíl oproti klasickému mostovému jeřábu je ve zvedacím a pojízdném ústrojí. Zvedací ústrojí je opatřeno dvěma brzdami. Pojízdné ústrojí mostu je opatřeno dvěma motory a dvěma brzdami. V provozech s menší intenzitou manipulace se používá mostový jeřáb jednonosníkový a dvojnosičkový elektrický nebo ruční.

Jeřáb mostový poděsný

Vhodný pro licí pole lehkých forem. Jsou výhodné pro přísun tekutého kovu z tavíren na licí pole lehkých formoven.

Jeřáb mostový slévárenský speciální

Provádí zavážecí operaci (zavěšení zavážecího okovu, vtažení do úrovně kychtového otvoru v kuplovně, zasunutí kychtovým otvorem do šachty kuplovny, vyprázdnění zavážecího okovu a zpětným souborem pohybů návrat do výchozí polohy a jeho vyvěšení.



Obr. 15) Na obrázku je zobrazeno automatické zavážecí zařízení do kuplovny [7]

Jeřáb konzolový

Použití v těžkých slévárenských provozech s velkou intenzitou manipulace. Pojíždí po dráze upevněné ke konstrukci budovy. Konzolové jeřáby s kočkou pro přesnou a bezpečnou manipulaci v těžkém provozu, pro nosnost 5 tun a do prostředí o teplotě 45°C.

Jeřáb sloupový – zřídka používán

Jeřáb portálový

7.2) Závěsové dopravníky [7]

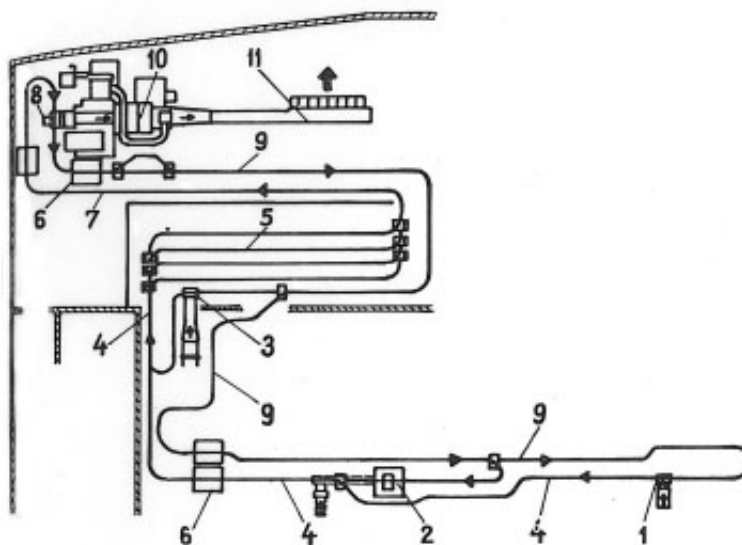
Manipulační zařízení vhodné pro sériovou výrobu. Zavěšeny na trati systémem vozíků (závěsů, háků) s kladkami. Dle použitého pohonu se dělí:

S posuvem ručním

Pro rozvoz tekutého kovu od tavicích pecí k lícímu úseku. Pro posun je třeba vynaložit sílu, která překoná odpor valivého tření kladek a ložisek a sílu potřebnou k urychlení břemene.

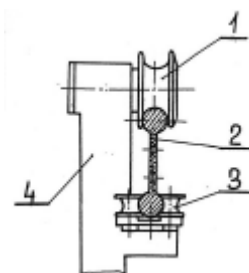
S pohonem individuálním

Používané u těžkých chladících tratí s plně automatizovaným provozem. Pro zátěž o maximální hmotnosti 1 500kg. Odklopná nádoba je zavěšena na mohutných kladkách, které se odvalují po válcovém profilu. Přední kladka má individuální pohon od elektromotoru.



Obr. 16) Automatizovaná pracoviště s individuálním dopravníkem [7]

1)vytloukací rošt, 2) koš s odlitky, 3) dráha podéšného dopravníku 4) prostor tryskače, 5) vyklápěcí zařízení na rošt s finální usměrněnou vibrací



Obr. 17) Závěsový dopravník s pohonem individuálním [7]

Po trati se pohybují nezávislé dopravní jednotky, které přebírají horké odlitky od vytloukacích roštů na nakládacích stanicích a převážejí je na tzv. „chladicí nádraží“, kde jsou vyhýbkami vedeny na trati se stejnou chladicí dobou. Po dosažení vhodné teploty pro další zpracování jsou překlopením v cílové stanici vyprázdněny na vstupu do tryskáče a vracejí se zpět k vytloukacím roštům.

Řetězové závěsové dopravníky se společným pohonem řetězem

Pro přepravní manipulaci v plně mechanizovaných a automatizovaných slévárnách. Přepravovaný materiál je pomocí závěsu připevněn k jezdcí, který je tažen řetězem po kolejnici.

Podle konstrukčního provedení se dělí:

Jednodráhové závěsové dopravníky

Jedná dráha nese tažný řetěz i závěsy s břemeny.

Dvoudráhové závěsové dopravníky

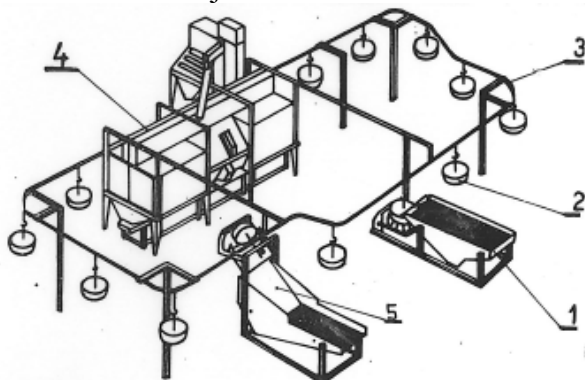
Přepravovaný předmět lze předávat z jednoho technologického sledu na druhý a to za pomoci vytvoření nezávislých okruhů. Nosnost až 2 500kg na jednom závěsu a staví se na délku 500-800m.

Podlahový řetězový dopravník

Převážně pro manipulaci s těžkými odlitky. Lze je v libovolném bodě připojit nebo odpojit z dráhy.

Závěsné koše

Používá se pro přepravu a čištění drobnějších odlitků.



Obr. 18) Automatizovaná linka se závěsnými koši na čištění drobných odlitků [7]

Obsah formy se po ochlazení vytlačí výtlačným zařízením na foukací rošt s usměrněnou vibrací (1). Formovací materiál roštem propadne a odlitky postupují k přepadové hraně, až vedeny skluzem přepadnou do koše (2) zavěšeného na dráze podvěsného dopravníku (3). Koš je potom přepraven do pracovního prostoru tryskače (4), kde za současné rotace koše dochází k proudu čistícího prostředku vrhaného několika metacími koly k intenzivnímu čištění a odjadrování odlitků. Odlitky mohou být po naplnění koše až 350°C horké. Po průchodu tryskáčem dojde k automatickému vyklopení koše na zařízení (5), kde je obsah veden skluzy opět na rošt s usměrněnou vibrací a následně dojde k oddělení zbytku čistícího prostředku od odlitků.

Licí pánve je ocelová nádoba, vyložená žáruvzdornou, obvykle šamotovou vyzdívkou nebo výduskou. Slouží pro manipulaci s tekutým kovem.

7.3) Mechanizace manipulace s tekutým kovem [7]

Dříve se přenášel kov na licí pole:

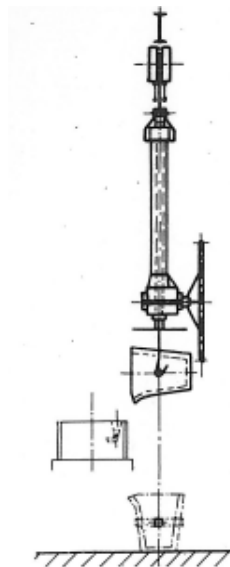
-ručně

-v pánvích zavěšených na jednoduchých zdvihadlech

V současné době se kov přelévá do licích pánví a následně se rozváží. Způsob dopravy může být:

- **Prostřednictvím zvedacího závěsného zařízení**

Pánev je zavěšená na poděsné drážce ozubené tyče s převodovou skříní. Otáčením ručního kola obsluhující levou rukou zvedá a spouští pánev, pravou rukou za rukojeť ji naklápí do polohy lití.



Obr. 19) Zvedací závěsné zařízení na podvěsné drážce [7]



Obr. 20) Plnění konvektoru surovým železem[7]

- **Použitím mechanizovaného odlévání s hrncovou pánví**
Pánev zavěšená na stavitelném rámu, se kterým je spojena jen otočným bodem. Zvedání je umožněno pomocí elektrického kladkostroje.
- **Použitím mechanizovaného odlévání s bubnovou pánví**

7.4) Podavače materiálů ve slévárenských provozech [7]

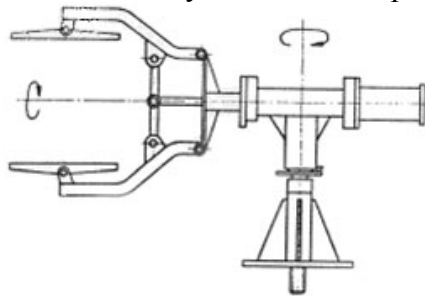
K zabránění přímému pádu materiálu ze zásobníku, k rovnoměrnému a usměrněnému odebírání materiálu ze zásobníku.

- **Komorový podavač dopravující suchý, sypký materiál** – vysokotlaká doprava
Funkce: plnění, konec plnění, transport
- **Komorový podavač pro suché, vlhké, vazné materiály**
Funkce: plnění, doprava

8) Manipulační systémy ve svařovacích provozech [7]

Manipulovaný materiál v těchto provozech je co do hmotnosti, rozměrů i tvarů velmi různorodý. Posuv dlouhých profilových nebo trubkových materiálu se provádí po válečkových drahách, které mají šikmé uložení.

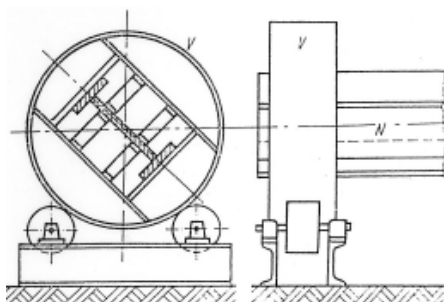
K otáčení a polohování materiálu a výrobků do požadované polohy slouží polohovadla jak ruční, mechanické tak hydraulické. Dle provedení stolové, rámové klešťové, kladkové.



Obr. 21) Klešťové horizontální polohovadlo [7]



Obr. 22) Stolové polohovadlo [11]

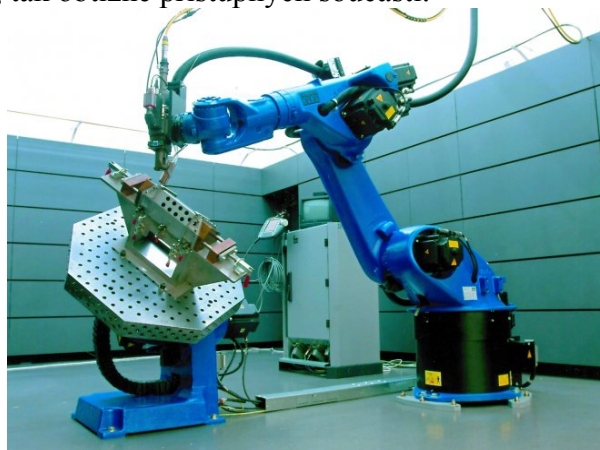


Obr. 23) Kladkové polohovadlo [7]



Obr. 24) Kladkové polohovadlo [11]

V oblasti svařování je automatizace výrobních strojů zprostředkována pomocí několika typů mechanismů a jedná se o univerzální podávací zařízení, manipulátory nebo roboty. Tyto mechanismy nahrazují pohyby podobné činnosti lidské ruky při manipulaci s materiálem. Během svařování jsou veškeré činnosti řízeny pomocí čidel a senzorů, které udávají pohyb, polohu nebo správnost svařovacího procesu. Pomocí robotů lze vytvořit velice přesné svary, jak u tvarově složitých, tak obtížně přístupných součástí.



Obr. 25) Samostatné robotizované svařovací pracoviště [13]

9) Automatizovaná montáž [3]

Montáž má na starost sestavení námi požadovaného výrobku, nebo se může používat pro výrobu některých komponent a to například pro automobilový průmysl. Pro kusovou výrobu jsou součásti sestavovány nejčastěji na jednom pracovišti skupinou kvalifikovaných pracovníků. Pro sériovou výrobu se používají nejčastěji montážní linky.

Automatický linkový způsob přepravy jsou stroje přímo na sebe navazující podle technologického sledu operací vyráběného výrobku. Linky se dále dělí na:

- **Linky prosté** - vkládání a vyjímání materiálu ze stroje je obvykle ruční, doprava mezi stroji je řešena dopravníkem.
- **Linky poloautomatické** - vkládání a vyjímání materiálu ze stroje je řešeno podavači, manipulátory a skluzy, doprava mezi stroji je mechanizována v paletách nebo různých speciálních přípravcích.
- **Linky automatické s pružným spojením** - doprava a operační manipulace je automatická pomocí dopravníků a zařízení pro operační manipulaci. U tohoto typu nemusí být výrobní takt stejný a mezi stroji může být proměnlivá zásoba výrobků. Pracovní cyklus je automatický, porucha jednoho stroje neznamena zastavení celé linky.
- **Linky automatické s tuhým spojením** - doprava a operační manipulace je automatická podobně, jako u linky s pružným spojením. Pracovní rytmus je však vázaný tak, že každý další cyklus může být započat až po skončení všech předchozích operací. Zastavení jednoho stroje znamená zastavení celé linky.

10) Automatická kontrola rozměrů [3]

Automatizace měření je velmi důležitý problém při automatizaci výrobních procesů, protože v některých případech (např. výroba automobilu či leteckých motorů) podstatně ovlivňuje celkový čas výroby vyráběného dílce. Automatizace kontroly výroby je značně složitá, proto je řešení pro každý případ individuální.

Podle funkce se dělí prostředky aktivní kontroly rozměrů do čtyř skupin:

- zařízení kontrolující součást přímo v průběhu jejího zhotovování,
- kontrolní zařízení se zpětnou vazbou na výrobní stroj – samočinné seřizovače,
- blokovací zařízení - nejjednodušší a velmi často používaná forma kontroly. Kontrola správných rozměrů polotovaru před vstupem do výrobního stroje,
- zařízení, která provádějí kontrolu před obráběním.

Automatické kontrolní přístroje podle způsobu použití:

- přístroje pro pasivní kontrolu,
- přístroje pro aktivní kontrolu.

Pasivní kontrola zjišťují se rozměry hotových výrobků a její výsledek nemůže ovlivnit chod výrobního procesu.

Aktivní kontrola sledování rozměrů během výroby, kdy zabráňuje vzniku zmetků či poškození nástroje.

Plná automatizace výrobních strojů je možná pouze, jsou-li k dispozici měřidla schopná měřit součást během výroby.

11) Roboty a manipulátory [5]

Manipulátory nazýváme jednak ručně řízená zařízení na vykonávání pohybů, která slouží k ulehčení těžké fyzické práce a jednak manipulační zařízení s nižším počtem stupňů volnosti.

Jednoúčelové manipulátory slouží k automatizaci manipulačních prací vesměs jednoúčelových strojů a linek ve velkosériové a hromadné výrobě. Mají omezenou funkci na několik jednoduchých pohybů ve vazbě na výrobní zařízení. Často se nazývají podavače nebo autooperátory.

Robot se neustále vyvíjí a zdokonaluje. Takže co se dnes považujeme za robota, může být za 10 let bráno jako obyčejný manipulátor. V dnešní době je už rozšířený po celém světě a je nepostradatelnou součástí života. Mezi jedničku průmyslové robotizace patří v dnešní době Japonsko. Poměr mezi počtem pracovníků a robotů je v této zemi nejpříznivější. Nejvíce využíváme průmyslové roboty v automobilovém průmyslu.

Průmyslové roboty jsou univerzálně použitelné automaty pro vykonávání manipulačních operací, které zastávají funkci člověka, především u výrobního stroje. Jsou programovatelné v několika osách a pomocí chapadel, nástrojů a senzorů mohou vykonávat velké množství různých pracovních úkonů. Uplatňují se v kusové a velkosériové výrobě. Složitost a objem řídicího systému určuje tzv. generaci robotů.

Roboty první generace jsou manipulační zařízení s programovým zařízením, určené pro vykonávání pevně naprogramovaných postupných operací. Program je sestaven k dosažení cíle činností pro určenou výrobní operaci, která je stálá. Při změně cíle nebo situace se uskuteční změna programu. Jednoduchost změny programu je činí dostatečně univerzální v systému „zdvihni a umísti“

Robot druhé generace jsou roboty vyšší úrovně vybavené vnímáním pomocí široké řady senzorů nebo viděním pomocí kamery. Jedná se o systém „udělej a ověř“ nebo „oko - ruka“

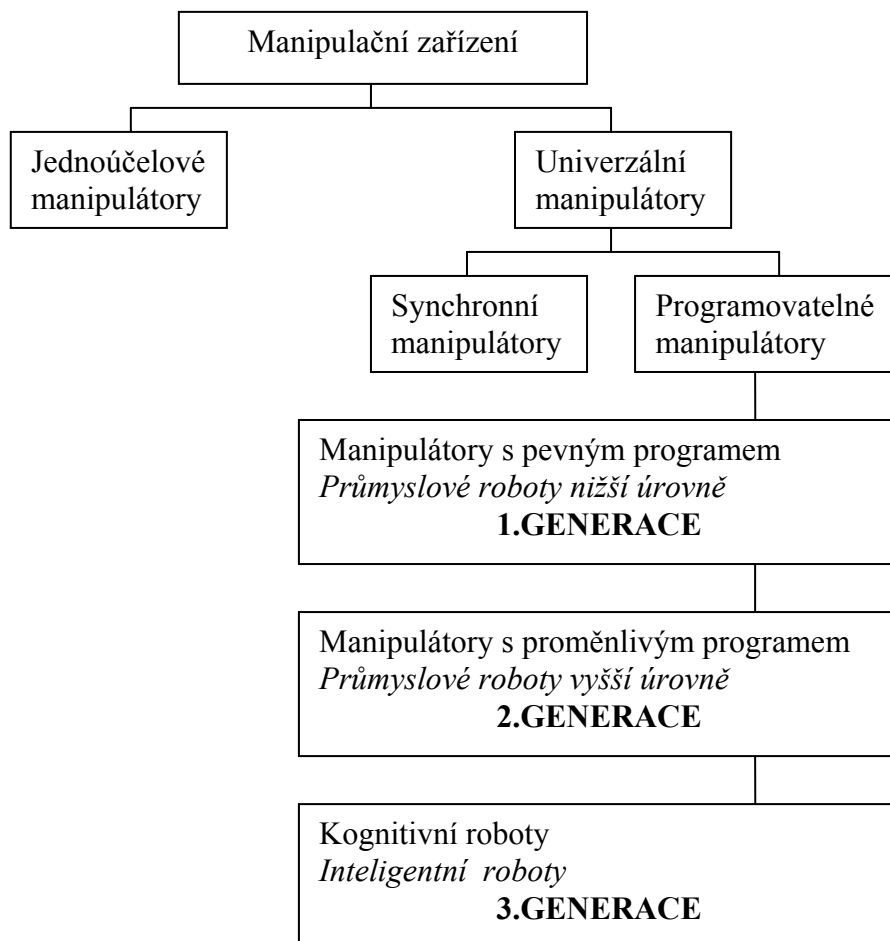
Robot třetí generace jsou inteligentní roboty. Elementy umělé inteligence dávají robotům schopnost přizpůsobovat se změněným podmínkám, učí se a mohou tak samostatně řešit zadané úkoly. Stavebními prvky robotu s umělou inteligencí jsou vizualizace, hlasová komunikace, rozpoznávání a orientace v prostředí.

V etapě intenzivní realizace komplexní automatizace výroby mají významné postavení i prostředky pro automatizovanou operační manipulaci – **průmyslové manipulátory a roboty**. Určující složkou vývojového stupně průmyslových robotů a manipulátorů je **úroveň jejich řízení**.

Cílem zavádění robotizovaných technologických pracovišť (RTP) a robotizovaných technologických komplexů (RTK) je zvyšování produktivity práce při snižování úplných vlastních nákladů, úspora pracovních sil a zvýšení kultury lidské práce.

Členění manipulačních zařízení

- manipulační (podávání polotovarů, součástek)
- technologické (svařovací, montážní)
- speciální (v radioaktivním prostředí, pracující pod vodou)
- univerzální (kombinovaný proces)



Obr. 26) Schéma členění manipulačního zařízení [6]

Hlediska posuzování průmyslových robotů

- manipulační schopnost
 - Stavba robotů
 - Velikost pracovního prostoru
- počet stupňů volnosti
- hmotnost manipulovatelného břemene
- dosahovaná přesnost
- rychlost pohybů
- konstrukce robotů
- způsob řízení

Jednouúčelové manipulátory

Určené pouze pro manipulaci s jedním předmětem nebo s předměty geometricky si podobnými. Často nazývané jako „podavače“ nebo „autooperátory“. Určené pro velkosériovou a hromadnou výrobu. Nemají vlastní pohon.

Univerzální manipulátory

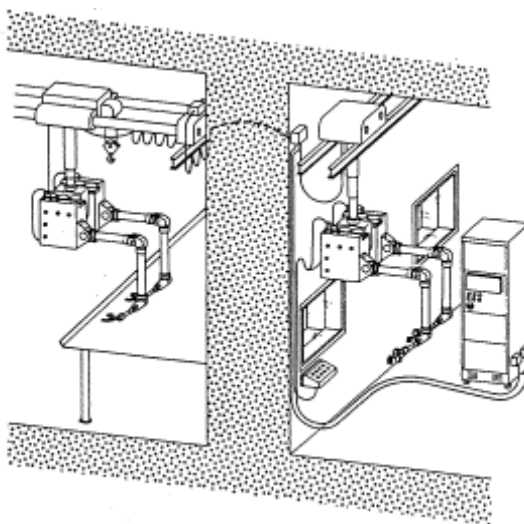
Jsou protikladem jednouúčelových manipulátoru.

11.1) Synchronní manipulátory [6]

Slouží k zesílení silových a pohybových veličin vyvolaných řídícím pracovníkem. Řízení zajišťuje obsluhující pracovník a je tak s výkonnou částí manipulátoru v uzavřené smyčce. Tuto závislost vyjadřuje název „**man on-line**“

Druhy synchronních manipulátoru

- Manipulátory „**master-slave**“ („pán-otrok“) – využití v prostředí, kde nemůže člověk existovat (například práce kdy dochází ke kontaktu s radioaktivním materiálem, který je pro člověka smrtelný)



Obr. 27) Příklad nasazení manipulátoru („master- slave“) EMS-1 [6]

- protézy a umělé končetiny,
- exoskeletony – pomocí těchto manipulátoru se člověk pohybuje,
- synchronní manipulátory s adaptivním řízením – spojeno ruční řízení s adaptivním (manipulátor projevuje jistou samostatnost),
- průmyslové balancery – pro ulehčení pohyby s těžkými břemeny v provozu.

11.2) Programovatelné manipulátory [6]

Jsou řízený programovým ústrojím. Dále se dělí na:

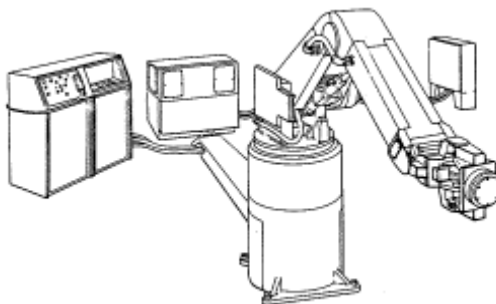
Manipulátory s pevným programem

Program se během činnosti nemění, ale jeho změna je možná. Jsou nazývány roboty nižší úrovně, případně průmyslové roboty 1.generace. Výhody těchto manipulátoru jsou:

- jednoduchá konstrukce
- spolehlivý provoz
- nižší pořizovací náklady

Manipulátory s proměnlivým programem

Existuje možnost přepínání nebo volby programu během činnosti. Jsou řízeny adaptivně elektronickými řídicími systémy a projevují značnou samostatnost chování. Jsou nazývány roboty vyšší úrovně, případně průmyslové roboty 2.generace.



Obr. 28) Průmyslový robot 6CH-Arm [6]

Kognitivní roboty

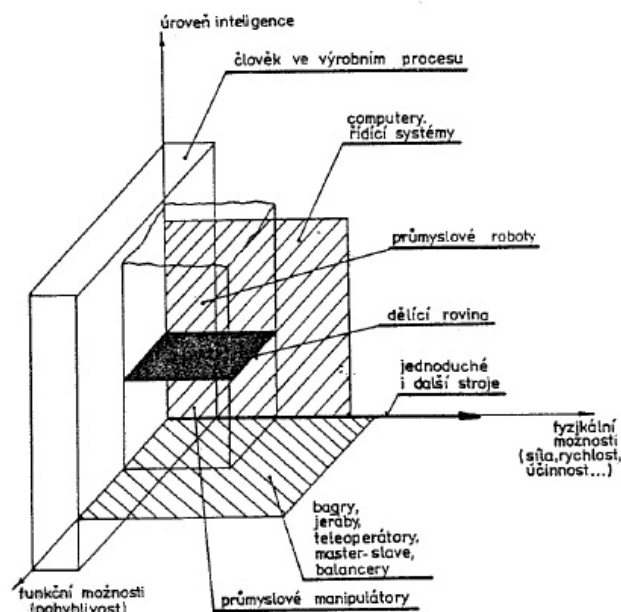
Jedná se o mechatronické systémy s možností vnímání a racionálního rozhodování (bez možnosti volného jednání a citového vnímání). Jsou označovány jako inteligentní roboty, případně průmyslové roboty 3.generace.

Porovnání člověka a stroje

Pro obecné porovnání slouží následující kategorie:

- Fyzické možnosti
- Funkční možnosti
- Úroveň intelektu

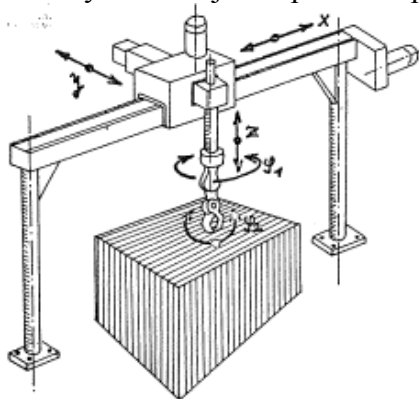
Člověk se oproti strojům vyznačuje vysokou inteligencí, poměrně vysokou úrovní funkčních možností, ale velmi nízkými fyzickými možnostmi. Z toho důvodu jsou skoro veškeré manipulátory zaměřené na zvýšení fyzických možností.



Obr. 29) Schématické porovnání člověka a stroje ve výrobním procesu [6]

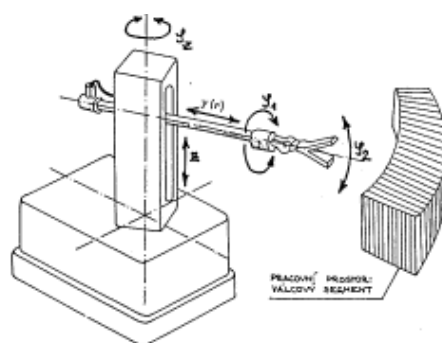
11.3) Základní typy průmyslových robotů podle spojení kinematických dvojic [6]

Typ „K“ (TTT) - Používá pravoúhlý (kartézský - K) souřadnicový systém. Pracovním prostorem krychle nebo kvádr a manipulovaný předmět nemění svojí orientaci vůči základním souřadnicím. Uplatnění najde zejména u progresivního stavebnicového řešení. Tento typ robotů má ve světové produkci nejmenší zastoupení. Při pojezdech manipulátoru v jednotlivých souřadnicích x , y , z adekvátních délkám kruhových oblouků při natočení u jiných typů robotů, dosáhne kartézský robot největší pracovní prostor.



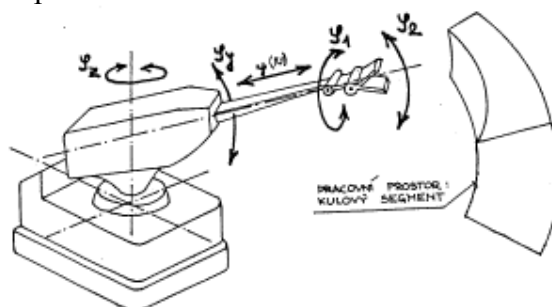
Obr. 30) Znázornění stavby průmyslového robotu Manta [6]

Typ „C“ (RTT) - Používá válcový (cylindrický - C) souřadnicový systém. Tento typ robotů je ve světové produkci nejrozšířenější. Robot je opatřen nosným sloupem, otočným kolem svislé osy z . Na sloupu je umístěno horizontální rameno, které se pohybuje nahoru a dolů a při horizontálním pohybu se buď teleskopicky zkracuje či prodlužuje, případně se posouvá celé zpět na druhou stranu sloupu.



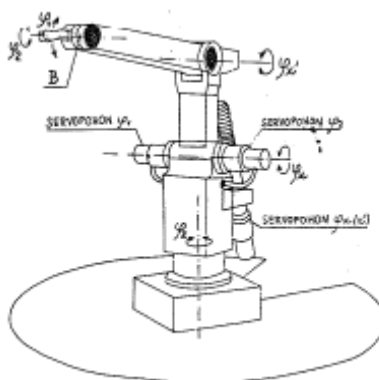
Obr. 31) Znáznornění stavby průmyslového robotu Versatran 500 [6]

Typ „S“ (RRT) - Používá kulový(sférický - S) souřadnicový systém. U toho to typu se hlavní rameno otáčí kolem svislé osy z a také má možnost se naklápět kolem horizontální osy, čímž je zabezpečen vertikální pohyb referenčního bodu. Horizontální pohyb je pak zabezpečen vysouváním ramene. Výhodou je dobře umístěna zóna obsluhy, ale nevýhodou je změna orientace manipulovaného předmětu ve dvou směrech. Tento typ robotů má ve světové produkci velmi malé zastoupení.



Obr. 32) Znáznornění stavby průmyslového robotu typu Unimate [6]

Typ „A“ (RRR) - používá složený kulový prostor (torusový, antropomorfní - A) souřadnicový systém. Základní pohyb je kolem svislé osy z , zbývající dva pohyby kolem vzájemně rovnoběžných horizontálních os. Mezi výhody toho to typu patří anatomicnost, jednoduchý způsob programování (bezprostředním učením). Tento typ robotů má ve světové produkci velmi malé zastoupení.



Obr. 33) Znáznornění stavby antropomorfního průmyslového robotu typu Asean [6]

11.4) Speciální manipulátory [6]

Manipulátory pro obsluhu ohřívacích pecí a dopravu ohřátého materiálu od pece k lisu se nazývají „**sázecí stroje**“. Ve tváření se používají manipulátory pro obsluhu kovacího lisu nebo bucharu. Ty se následně dělí na:

- kolejové
- bezkolejové

Kolejové

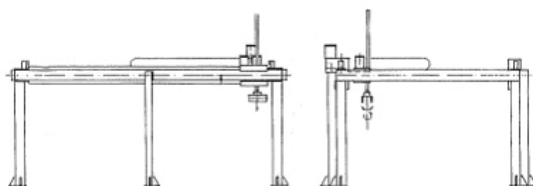
Typů je celkem pět, ale pro ukázkou jsem vybral pouze jeden a konkrétně typu II. pro svojí univerzálnost.

Typ II. Mostový širokorozchodný manipulátor s otáčením ramene kolem svislé osy

- jsou univerzální
- rameno s kleštěmi vykonává základních pohybů
- staví se do nosnosti 30 tun
- může se otáčet kolem svislé osy o 360°
- může být různé rozmístění pecí

nevýhody:

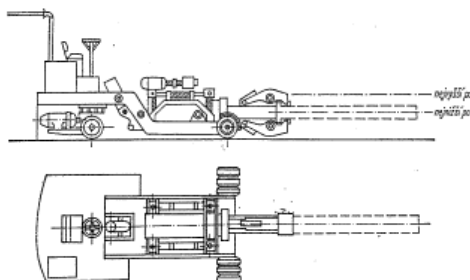
- těžší a složitější konstrukce
- méně stabilní



Obr. 34) Mostový průmyslový robot PRM VUT a VÚSH Brno[6]

Bezkolejové manipulátory

- Nejsou vázaný na kolejnice v dílně
- Mají poměrně velký akční rádius
- Mohou obsluhovat jak lisy, tak ohřívací pece umístěné různě po dílně
- Mají elektrický nebo spalovací motor
- Vyrábějí se do nosnosti 10 tun
- Pro nejrozumnějším uspořádání lisů, bucharů a pecí v hale
- Nosné rameno se otáčí kolem vlastní podélné osy, dokáže se naklánět, zvedat a spouštět



Obr. 35) Znáznornění automanipulátoru [6]

12) Závěr

Vypracovaná bakalářská práce na téma automatizace ve výrobních procesech zahrnuje moje prozatímní poznatky o problematice načerpané z literární studie.

V první části se věnuji historii automatizace, kdy může čtenář zjistit, že problematika automatizace nás obklopuje už od starověku a od té doby udělal její vývoj nesmírně velký pokrok. Dále popisuji důvody zavádění automatizace, ať už jsou vynucené, či založené na ekonomickém hledisku, které je v dnešní době nejpreferovanější, při zavádění automatizace do výrobního procesu.

Následně ze zabývám samotnou problematikou při automatizaci ve výrobních provozech. Zde se jedná převážně o automatizaci manipulačních a mezioperačních operací. Věnuji se převážně oblastem tváření, obrábění a slévárenství. Dále se zmiňuji o automatizaci v oblasti svařování, automatizované montáži a o automatizované kontrole výrobních součástí.

Další částí je kapitola zabývající se roboty a manipulátory. Provedl jsem jejich rozdělení se stručným popisem a někdy přiloženým obrázkem. Roboty považuji za velice důležitou součást automatizace z důvodu zrychlení a zlepšení pracovních podmínek. Dovolím si konstatovat, že s tempem jejich vývoje budou časem hlavními prvky při řešení problému automatizace.

Investice do automatizace je v dnešní době určitě správný krok jak se stát úspěšnější a konkurenceschopnější nejen u nás, ale i v cizině. U nás bohužel není automatizace natolik rozšířená, jak v některých vyspělých státech. I když automatizace přináší spoustu výhod, najdou se i důvody, které firmy od tohoto kroku odradí. Například se firmy snaží udržet nízké náklady na pracovní sílu, místo, aby investovali do automatizace.

U zavádění automatizace se nejedná ovšem o snadnou záležitost, nýbrž o velice komplikovaný problém, k němuž se musí přistupovat individuálně, podle potřebných požadavků a podmínek. Často se stává, že automatizace některé z částí výrobního procesu je nezbytný krok k vyřešení výrobního problému, kdy není možno z bezpečnostních důvodů do výrobního cyklu zařadit člověka.

Závěrem bych chtěl říci, že problematika automatizace ve výrobních provozech v celosvětovém měřítku je důležitou problematikou současného 21. století.

Seznam použité literatury

- [1] URBÁNEK, JIŘÍ. *Automatizace výrobních procesů – obrábění*. vyd. Brno: VUT Brno, 1990. 1. vyd. 165 s.
- [2] RUMÍŠEK, PAVEL. *Automatizace výrobních procesů II. Tváření*. vyd. Brno: VUT Brno, 1990. 1. vyd. 192 s. ISBN 80-214-0221-0
- [3] CHVÁLA.B., NEDBAL.J.,DUNAY.G. *Automatizace*. vyd. SNTL-Nakladatelství technické literatury Praha, 1989.
- [4] BRANISLAV LACKO, LADISLAV MAIXNER, PAVEL BENEŠ, LADISLAV ŠMEJKAL. *Automatizace a automatizační technika: systemové pojetí automatizace 1.*, vyd. Praha :Computer Press,2000. 1. vyd. 97 s. ISBN 80-7226-246-7
- [5] Kolektiv autorů. *Automatizace a automatizační technika: automatické systémy 4.*, vyd. Praha :Computer Press,2000. 1. vyd. 166 s. ISBN 80-7226-249-1
- [6] ZDENĚK KOLÍBAL, *Průmyslové roboty I. – konstrukce průmyslových robotů a manipulátorů (PRaM)*. vyd. Brno: VUT Brno,1993. 1. vyd. 189 s. ISBN 80-214-0526-0
- [7] FORÝTEK LUMÍR. *Slévárenské stroje*. vyd. Brno: VUT Brno, 1985. 1. vyd. 193 s.
- [8] Kolektiv autorů. *Automatizace ve tváření 198.*, vyd. INPRO-Továrny strojírenké techniky Praha, 1987. 219 s.
- [9] Referaty-seminarky.cz [online], dostupné z:
<<http://referaty-seminarky.cz/automatizace-vyrobnich-procesu>>
- [10] Odbornecasopisy.cz [online], dostupné z:
<http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=28491>
- [11] Engineering Group s.r.o. [online], dostupné z:
<<http://eg-egroup.cz>>
- [12] Cloos.de [online], dostupné z:
<<http://www.cloos.de/img/produkte/Systemloesungen/Anwendungstechnik/Baumaschinen-Baggerschaufel.jpg>>
- [13] Mmspektrum.com [online], dostupné z:
<<http://www.mmspektrum.com/clanek/vyvoj-laseru-a-laserovych-technologii>>
- [14] Automatická výměna nástrojů a obrobků [online], dostupné z:
<http://technik.ihned.cz/c4-10004030-11353200-800000_d-automaticka-vymena-nastroju-a-obrobku>
- [15] B. Lacko, *Taxonomie a vymezení nevýrobní automatizace (1)* [online], dostupné z:
<http://www.atpjournl.sk/casopisy/atp_05/pdf/atp-2005-04-54.pdf>

- [16] Wikipedia [online], dostupné z:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Starom%C4%9Bstsk%C3%BD_orloj>
- [17] Wikipedia [online], dostupné z:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Watt%C5%AFv_odst%C5%99ediv%C3%BD_regul%C3%A1tor>
- [18] Robotizované pracoviště od firmy TMT spol. s r.o. Chrudim [online], dostupné z:
<<http://www.tmt.cz/vyrobn-program/dle-zarizeni/polohovadla-manipulatory/polohovadla-a-manipulatory.php>>
- [19] Wikipedia [online], dostupné z:
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Automatizace>>